

**DONDE HUBO FUEGO... RÉPLICA Y ENSAYOS  
EXPERIMENTALES CON UN HORNO CERÁMICO DEL SITIO  
LA CUESTECILLA, LA RIOJA, ARGENTINA. UNA PROPUESTA  
METODOLÓGICA<sup>15</sup>**

**WHERE THERE WAS FIRE... REPLICAS AND EXPERIMENTAL  
ESSAYS WITH A CERAMIC KILN FROM LA CUESTECILLA  
SITE, LA RIOJA, ARGENTINA. A METHODOLOGICAL  
PROPOSAL**

Néstor Wachsman<sup>16</sup>

<https://doi.org/10.15366/baexuam2022.15.004>

**RESUMEN**

El presente trabajo busca verificar la hipótesis del funcionamiento como horno cerámico de una de las estructuras excavadas en el sitio arqueológico La Cuestecilla (La Rioja), a partir de la construcción de réplicas y su experimentación. Mediante el análisis de un conjunto de rasgos de la estructura, y bajo la premisa de que los principios físicos que hacen a la transferencia del calor operan de manera similar en la actualidad y en el pasado, se ha realizado un plan de trabajo de larga duración que evaluara su capacidad para cocinar cerámica. Se presentan aquí diferentes variantes posibles de la estructura seleccionada, buscando agotar, a su vez, cada posibilidad de funcionamiento con otras variables secundarias.

Palabras clave: cocción cerámica - hornos experimentales - transferencia del calor

**ABSTRACT**

This work seeks to verify the hypothesis on the functioning as ceramic kiln of the structures excavated in the archeological site of La Cuestecilla (La Rioja), through the construction of replicas and experimentation. Through the analysis of a series of

---

<sup>15</sup> Recibido 23/07/2020. Aceptado 14/05/2021.

<sup>16</sup> Instituto de Arqueología, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires (UBA), 25 de mayo 217, 3° piso, of. 3 - (1002) CABA. E-mail: nestorwachsman@gmail.com

characteristics of the structure and under the premise that physical principles ruling the transference of heat, work similarly at present and in the past, a long term work scheme has been performed to evaluate its capacity for firing ceramic. Different possible variations of the selected structure are presented here, seeking to exhaust each functioning possibility with other secondary variants.

Keywords: pottery firing - experimental kilns - heat transfer

## INTRODUCCIÓN

La cerámica ha sido un material de gran relevancia para la arqueología en el noroeste argentino (NOA). Por sus propiedades físicas, es una de las materialidades con mayor nivel de preservación y, por lo tanto, una de las más abundantes en los sitios arqueológicos, constituyéndose en un importante vehículo para abordar su estudio desde los momentos fundacionales de la disciplina. De acuerdo con las diferentes tendencias teóricas y metodológicas que han prevalecido, la cerámica arqueológica ha oficiado como indicador de adscripción cultural y cronología relativa (González 1955, 1956; Serrano 1958; Cigliano 1960; entre otros), así como de relaciones e interacciones culturales (Callegari 1997; Kusch y Gordillo 1997; González 2004; entre otros). Como bienes suntuarios, los objetos cerámicos también significaron un aporte para los estudios sobre complejidad social (Núñez Regueiro y Tartusi 2002; Callegari 2006; Baldini y Sempé 2015; entre otros). Y en tanto soporte de ideologías compartidas, han contribuido al abordaje de estudios iconográficos (González y Baldini 1991; Natri 2008; Balesta 2015; entre otros). Por su parte, en las últimas décadas la aplicación de técnicas arqueométricas amplió el campo de los estudios tecnológicos cerámicos (Cremonte *et al.* 2003; Ratto *et al.* 2013; Feely 2013; Acevedo *et al.* 2015; entre otros). No obstante su trascendencia para las investigaciones arqueológicas, son muy pocos los trabajos que indagaron acerca de la instancia clave para su producción: su cocción.

Este trabajo parte de la información recabada en la intervención de hornos arqueológicos en el grupo arquitectónico 9 (G9) del sitio La Cuestecilla, La Rioja (figura 1) (cfr. Wachsmann, Callegari, De Acha y Soto 2020). Se trata de estructuras de

combustión que, por sus características formales, habrían sido capaces de acumular y transferir un calor suficiente para la transformación de materiales cerámicos. El objetivo de este trabajo es no solo lograr una mayor aproximación a la tecnología para la cocción cerámica utilizada por los antiguos alfareros del sitio, sino también exponer el recorrido de un plan de trabajo de larga duración que podrá ser de utilidad para futuras investigaciones.

El plan presentado aquí comprende una serie de ensayos experimentales realizados con réplicas que han partido de la información arqueológica obtenida del horno 10 (H10), una de las seis estructuras excavadas hasta la actualidad. Esta serie de ensayos ascienden a la fecha a más de treinta, y dan inicio a una necesaria instancia de contrastación experimental que permitirá avanzar en la indagación sobre el posible funcionamiento de este tipo de hornos. En este marco, los ensayos se organizaron en dos etapas. La primera se desarrolló en la localidad de Escobar, provincia de Buenos Aires, con el fin de adquirir destreza y conocimiento en el empleo de una estructura de características afines a la excavada. La segunda etapa, aún en proceso, tiene lugar en Chañarmuyo, localidad que dista 5 km del G9 del sitio. Para cada una de estas etapas se han propuesto objetivos que implicaron decisiones y metodologías acordes al momento del plan de trabajo y el avance de la investigación. La permanente retroalimentación entre los datos empíricos y las sucesivas hipótesis hacen de este trabajo un recorrido metodológico que se pretende como un aporte significativo a los protocolos para la experimentación con hornos cerámicos del pasado remoto.

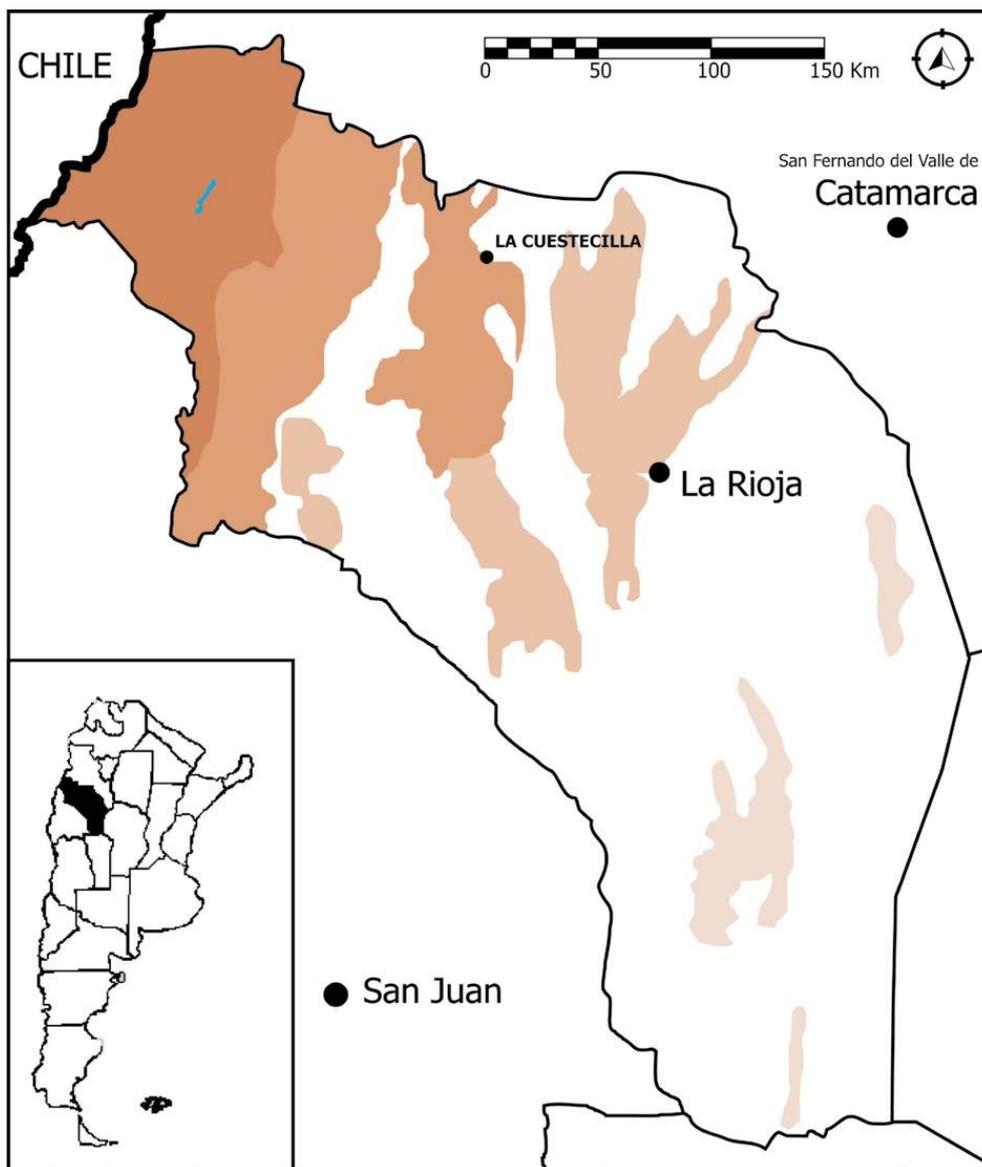


Figura 1. Ubicación del sitio La Cuestecilla, La Rioja (publicado en Callegari *et al.* 2015).

## ÁREA DE ESTUDIO

El sitio La Cuestecilla fue identificado y estudiado por la Dra. Adriana Callegari y la Lic. María E. Gonaldi (Gonaldi *et al.* 2008; Callegari *et al.* 2010; Callegari *et al.* 2013). Tanto por la presencia de espacios públicos jerarquizados —conformados por un montículo, una gran plataforma y una plaza— como por su escala y complejidad interna, se lo propone como un sitio de notable jerarquía, actividad social y ceremonial para los antiguos pobladores Aguada. Si bien los fechados radiocarbónicos obtenidos indican una

prolongada ocupación del sitio (entre el 100 a.C. y el 1250/1300 d.C.), la mayor ocupación tuvo lugar entre el 550 y 900 d.C., concordante con la plena vigencia de la entidad Aguada en la región (Callegari *et al.* 2013). La cerámica Aguada se distingue por su elevada calidad gracias al manejo de una refinada tecnología de elaboración, decoración y cocción. Estas características dan cuenta de un vasto conocimiento por parte de ceramistas especializados (González 1977, 1998; De la Fuente y Martínez 2008; Acevedo *et al.* 2015).

En el grupo arquitectónico 9 (G9), emplazado frente al montículo, uno de los principales espacios públicos del sitio, se individualizaron veintitres estructuras de combustión a partir de la visualización en superficie de sedimentos termoalterados de formas y plantas variadas. La ubicación de este conjunto resulta estratégica por su cercanía a pretéritos bosques de algarrobo (*Prosopis sp*) que proveían de madera de alto poder calórico, y por su proximidad al río Chañarumuyo, fuente de aprovisionamiento de arcilla y agua, materias primas básicas para el desarrollo de la actividad del alfarero.

La intervención completa de seis hornos, utilizando la técnica de estratigrafía natural, posibilitó la identificación de una serie de rasgos estructurales, tales como diferentes tipos de tirajes modelados (por adición de material) y perforados (por compresión o extracción de material), cámaras, áreas de tránsito, y la recuperación de otras materialidades asociadas al proceso de cocción, como carbones, fragmentos cerámicos y cenizas, entre otras. Su descripción y caracterización permitió un primer acercamiento a la lógica de sus funcionamientos y también a las diferentes elecciones técnicas implementadas por los ceramistas a la hora de construirlos.

## OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Con el propósito de establecer una relación entre las estructuras de cocción y las prácticas que les dieron origen, se diseñó un plan de trabajo que permitiera evaluar su capacidad para funcionar como hornos cerámicos. Si bien los ceramistas del pasado han utilizado diferentes técnicas para la cocción cerámica, es a partir de la utilización de estructuras de combustión de tipo “horno” que se pueden combinar de manera eficaz las tres formas de transferencia del calor: por convección, por radiación y por conducción.

Aunque estas tres formas pueden estar presentes en cualquier tipo de combustión a leña, tendrán lugar de manera eficaz en un horno que sea capaz de combinar las siguientes características:

- Un sistema de tiraje que permita controlar el fluido de los gases procedentes de la combustión, a fin de posibilitar una correcta convección térmica durante el ciclo de cocción. Cuando se quema combustible leñoso en un horno, se produce un flujo de gases calientes que ceden parte de su calor a los objetos cerámicos. Cuanto más rápidamente circulan los gases por el interior del horno, más calor son capaces de transmitir (Rhodes 2004; Morales Güeto 2005).
- El uso de materiales refractarios, capaces de acumular y transmitir calor radiante. Cuando las zonas cercanas a la fuente de calor se vuelven incandescentes, transfieren su calor por ondas electromagnéticas a otras superficies, incluidos los materiales cerámicos dentro del horno, lo que multiplica las fuentes de radiación (Rhodes 2004). La radiación constituye el principal factor de uniformización térmica y actúa eficazmente desde los 850 °C, que es cuando las ondas emitidas pertenecen al espectro visible (Rhodes 2004; Fernández Chiti 2005).
- Una morfología que permita una buena combustión del material leñoso, esto es, una oxidación eficaz del combustible para un aumento sostenido de la temperatura y para que un contacto directo de las piezas con el combustible —en caso de tener lugar— se pueda dar durante su mayor incandescencia (Wachsman *et al.* 2020), ya que la transferencia de calor por conducción se produce a través de los cuerpos sólidos, extendiéndose por contacto (Morales Güeto 2005).

A fin de poner a prueba la hipótesis sobre la posible utilización de las estructuras halladas como hornos cerámicos, se realizaron réplicas de la estructura 10 (H10) —seleccionada en virtud de su complejidad y estado de conservación— a partir de los datos procedentes del registro arqueológico. Con ellas se llevaron a cabo una serie de ciclos de cocción, con el objetivo de alcanzar de modo eficiente cada una de las etapas necesarias para obtener una correcta transformación de los materiales cerámicos. Los ensayos forman parte de un plan de trabajo de larga duración que se está desarrollando con los hornos intervenidos hasta la fecha y que permitirá “la comparación de datos procedentes de hechos conocidos con los procedentes de hechos desconocidos”, pues, como sugiere

Carlos Aschero, “la experimentación representa una fuente de analogías [que] proporciona evidencias” que serán pasibles de traducirse en inferencias (1982:8). De esta manera, a partir de la analogía experimental, se obtienen bases objetivas de interpretación para el control de variables y la verificación de hipótesis (Nami 1982).

## CARACTERIZACIÓN DEL HORNO 10

El H10 está emplazado en el límite oeste del Grupo 9. Se trata de una estructura de una sola cámara de notable complejidad (figuras 2 y 3). La misma contaba con una sección subterránea de 60 x 50 cm de diámetro y con una profundidad de 30 cm, sobre la cual se montaba una sección superestructural. Esta última, construida con arcilla, se disponía como un agregado de unos 7 cm en el contorno de la boca del pozo, e irrumpía a modo de bovedilla desde el sector oeste, cerrando parcialmente la boca de la cámara subterránea a aproximadamente 40 cm de diámetro y redefiniendo, así, su diámetro y profundidad. Superpuesta a esta sección superestructural —y como parte de ella—, se identificó la base de una pared subcircular que presentaba una inclinación hacia el interior de la estructura. Posiblemente, este rasgo formaba parte de un domo que completaba el diseño del horno.

La intervención de la superestructura reveló la existencia de un complejo sistema de tiraje que habría permitido la succión y circulación del aire necesario para oxigenar la combustión. Este sistema consistía en una serie de ocho conductos dispuestos hacia los cuatro puntos cardinales, cinco de los cuales tenían orientación vertical y tres orientación horizontal, a modo de galerías. Asociados a los conductos, en los sectores norte, este y oeste de la estructura, pudieron observarse rasgos zoomorfos modelados en arcilla.

En el interior del horno, por su parte, se pudo observar que la base estaba torteada con arcilla, conservándose aún rastros de salpicaduras derivadas de su construcción. Mostraba, además, evidencias de intensa termoalteración. Una concentración de carbones de unos 10 cm de espesor, cuyos tamaños oscilaban entre 3 y 4 cm, cubría el piso del horno. Sobre estos se individualizaron una mano de mortero de 8 cm de diámetro y una piedra pulida de forma irregular de 22 x 15 x 3 cm. Este material lítico, junto a una roca canteada plana y alargada de 37 x 8 x 4 cm, anclada con arcilla a una altura de 11 cm del

piso y cuya disposición sugiere una ménsula, podrían haber sido utilizados para acomodar las vasijas en el interior del horno.

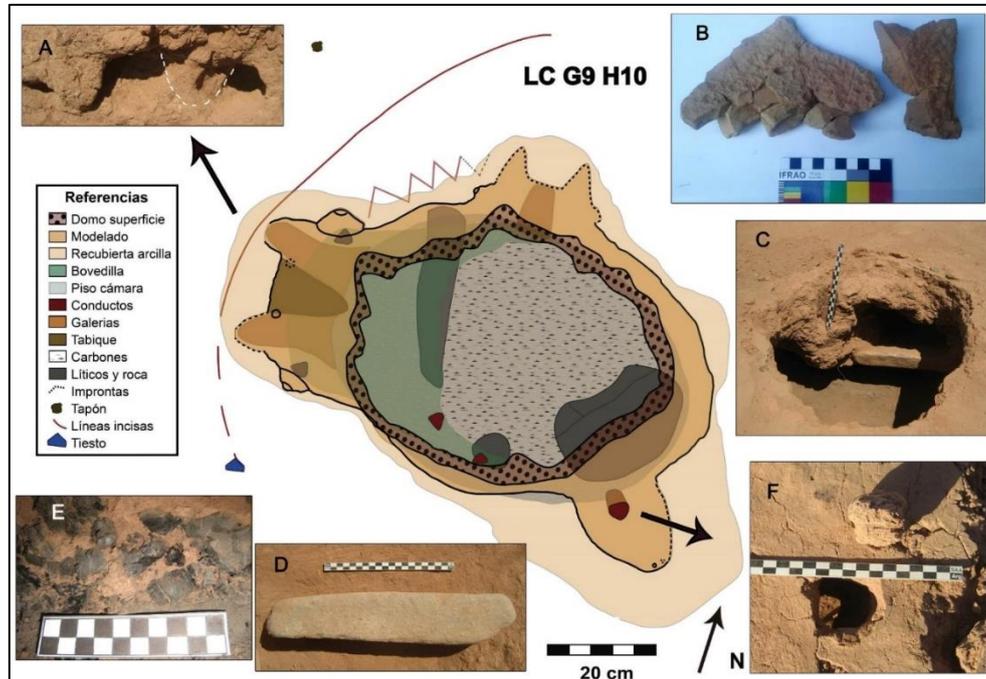


Figura 2. Planta del H10. A) Detalle de los conductos y del modelado oeste; B) Placa de cerámica ensamblada; se observan los estratos paralelos y las gotas de lluvia sobre la superficie; C) Roca canteada a modo de ménsula dentro del horno y uno de los conductos verticales del sector sur; D) Roca canteada, fuera de la estructura; E) Carbones sobre el piso del horno; F) Orificio central del modelado este y tapón de arcilla. (Figura publicada en Wachsman *et al.* 2020).

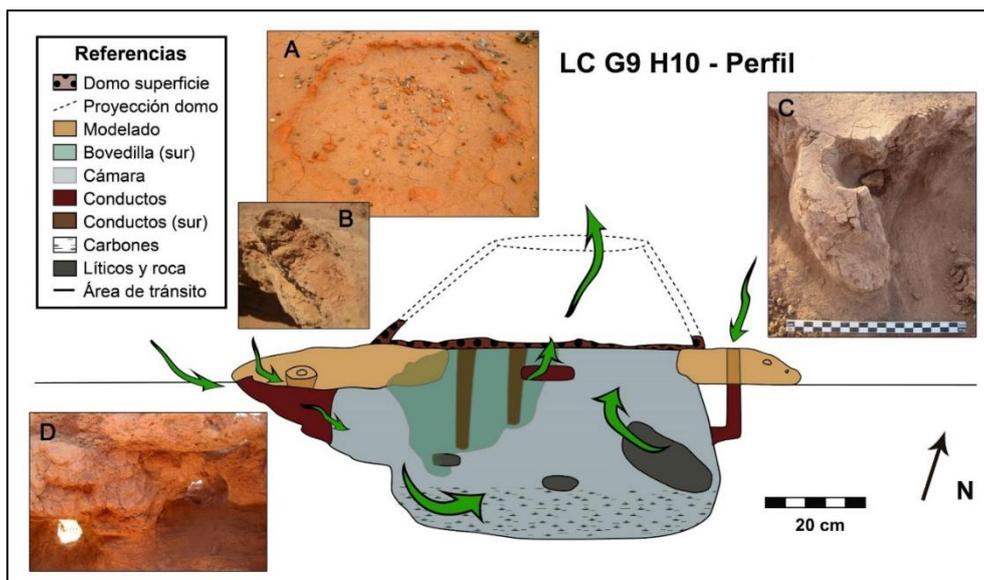


Figura 3. Esquema del flujo de oxígeno durante el funcionamiento del H10. Las flechas señalan el ingreso de aire y salida de gases. A) Paredes del domo en superficie; B) Detalle de la inclinación del domo hacia el interior; C) Conducto este, obsérvese el modelado serpentiforme; D) Detalle de los conductos a modo de galerías vistos desde el interior del horno. (Figura publicada en Wachsman *et al.* 2020).

En superficie, en las inmediaciones del sector norte, se halló un tapón de arcilla, cuyas dimensiones permiten pensar que podría haber sido útil para obturar conductos verticales durante el ciclo de cocción. Asimismo, en los alrededores del horno se hallaron numerosos fragmentos de arcilla cocida de 2 a 3 cm de espesor de cuyo remontaje se obtuvo una placa de estructura estratificada de 15 x 15 x 2 cm con improntas de gotas de lluvia. Esta placa tiene características muy similares a las que en la actualidad se encuentran en el río Chañarmuyo. Su aspecto indica que fue sometida sin ningún tipo de procesamiento previo a una temperatura suficiente como para obtener su completa transformación en cerámica. Tales datos sugieren que fue ubicada en el interior de la cámara del horno durante su funcionamiento (figura 4).

Por último, la realización de un fechado de  $^{14}\text{C}$  (LP 3436) sobre los carbones recuperados del piso del horno arrojó una antigüedad de  $1220 \pm 50$  años AP [calibrado con un sigma con el programa CALIB 7.0.4 se ubica entre 834 A.D. – 897 A.D. ( $p=0,478365$ )], correspondiente con la presencia Aguada en el sitio (Wachsman *et al.* 2020).



Figura 4. Placas de arcilla. A y B) Comparación entre fragmento de la placa arqueológica (arriba) y una placa de arcilla recolectada en el cauce del río Chañarmuyo (abajo); C) Acumulación de sedimentos arcillosos en el cauce seco del río Chañarmuyo, cuyo cuarteamiento da origen a este tipo de placas.

## PRIMERA ETAPA EXPERIMENTAL CON RÉPLICA DEL HORNO 10

La primera etapa experimental constó de 32 cocciones que tuvieron lugar en la localidad de Escobar, provincia de Buenos Aires, durante los años 2016-2019, con el propósito de recabar información acerca del posible funcionamiento del H10, y así adquirir destreza en el manejo y control de una estructura de combustión afín a la registrada.

El objetivo principal de esta primera etapa experimental fue la contrastación de la hipótesis acerca de si la mencionada estructura podía funcionar como un horno cerámico. Sin embargo, los experimentos sostenidos durante este tiempo permitieron también alcanzar un mayor discernimiento de otras variables necesarias para una interpretación del registro arqueológico, tales como:

- Establecer si los múltiples conductos presentes en la estructura respondían a la presencia de un sistema de tiraje y, en caso de ser así, cómo podría controlarse dicho sistema.
- La posible finalidad del material lítico hallado en su interior.
- La posible funcionalidad de la placa de arcilla cocida asociada al horno en superficie.
- La incidencia del mencionado “domo” sobre la eficacia del horno.
- El aspecto o visibilidad que podrían cobrar los modelados zoomorfos durante una cocción.

Para la construcción de la réplica se utilizaron arcillas de la propia localidad de Escobar que, si bien difieren de los depósitos arcillosos identificados en el cauce del río Chañarmuyo, permitieron modelar sin inconvenientes las diferentes secciones de la estructura (cámara subterránea y superestructura). Para probar la eficacia del horno, se elaboraron vasijas utilizando formas y técnicas de manufactura propias del área de estudio, con arcilla procedente del río Chañarmuyo, a la que se le agregó un 20 % de arena aluvial extraída del mismo río con el fin de mejorar su plasticidad e índice de contracción. Algunas de estas vasijas se realizaron siguiendo los estilos cerámicos Aguada y Ciénaga presentes en el sitio, mientras que para la mayoría de las cocciones se elaboraron pequeñas vasijas de boca abierta o cerrada.

Las mediciones de temperatura se realizaron con un termómetro digital capaz de alcanzar los 1200 °C, marca Daxel, Mod. SRP 602, con termocupla K. Dichas mediciones se efectuaron tanto en el interior de la cámara, junto a las vasijas, como en la sección media del domo (cuando esta sección formó parte del experimento).

Como combustible se utilizó madera de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) y algarrobo (*Prosopis sp*). El tipo de leña demostró ser una variable de notable importancia para lograr mayores temperaturas. Los mejores resultados se obtuvieron con leña de algarrobo.

Si bien las condiciones generales y los materiales utilizados durante esta fase no satisfacen completamente las normas generales propuestas para realizar experimentos en arqueología (Nami 1982), se considera que estos experimentos “replicativos o [...] imitativos” permitieron contar con “información que, de otro modo, pasaría inadvertida” (Nami 1982:4). Tal como señalan Morgado y Baena Preysler, a diferencia de la mera

observación, la experimentación en arqueología interviene de manera activa en el objeto bajo análisis, haciendo posible su repetición y aislamiento, y variando los elementos de análisis de acuerdo con el diseño de la investigación, donde la realidad a estudiar “es simplificada y mutilada en función de las hipótesis previas que le dan sentido al experimento” (2011:21). De esta manera, cada experiencia permitió establecer nuevas relaciones que en apariencia no se presentaban inmediatamente en el registro arqueológico, observaciones cuya recolección y análisis permitieron la formulación de nuevas hipótesis acerca del funcionamiento de los hornos. Se trata, en definitiva, de un proceso interactivo de comparación continua entre el dato experimental y el arqueológico (Nami 2011; Pérez 2012).

A continuación, se describen brevemente las tres variantes propuestas para la recreación del H10. Para ello se contemplaron las diferentes posibilidades a las que se prestaba el H10 para su puesta en funcionamiento, de manera de reducirlas a aquellas que resultaran más adecuadas en términos operativos y de la obtención de resultados satisfactorios. Si bien las tres variantes parten del mismo registro arqueológico, cada una presupone un tipo de estructura diferente, y buscan recrear no solo modos de funcionamiento posibles, sino también materialidades parcialmente presentes en el registro arqueológico.

- Variante 1 [H10 (1)]. Estructura sin tiraje y sin domo. A fin de ponderar la relevancia de los conductos asociados a la estructura, se realizaron cocciones con los conductos tapados. De esta manera, el horno funcionó como un “horno pozo” sin tiraje. Los ensayos realizados con esta variante no permitieron obtener cerámica de buena calidad en términos de dureza y sonoridad.
- Variante 2 [H10 (2)]. Estructura con tiraje y sin domo. La circulación de aire por la estructura durante su funcionamiento permitió lograr, aunque de manera discontinua, una mejor cocción de los materiales cerámicos en comparación con la variante anterior. Con todo, en muchos ensayos no se obtuvo cerámica de buena calidad, esto es, vasijas con una sonoridad y dureza afín a la cerámica Aguada del sitio.
- Variante 3 [H10 (3)]. Estructura con tiraje y con domo. La arquitectura de este último, de unos 30 cm de diámetro en su boca y una altura de 24 cm, fue proyectada a partir del registro de la base de sus paredes. La incorporación del

domo aportó mejoras significativas al funcionamiento de la estructura, entre ellas, una mayor capacidad de carga tanto para combustible como para las vasijas, y una mayor capacidad de succión del sistema de tiraje, lo que implica un aumento de la velocidad de los gases durante la combustión y la consiguiente transferencia del calor por convección.

A su vez, con cada una de estas variantes se ensayaron variables secundarias en relación a: templado; presencia o ausencia de realces, tapa y material cerámico sobre las vasijas; control de la atmósfera de cocción.

- Variables secundarias en relación con el templado:
  - Sin templado. Las vasijas y la leña se acomodan dentro del horno, de manera intercalada, y luego se procede al encendido del combustible desde la parte superior. No se añade más leña durante la cocción. En la mayoría de las cocciones realizadas con esta variable, las vasijas sufrieron fisuras y/o estallidos como consecuencia del shock térmico.
  - Templado dentro del horno. El horno se enciende hasta que forma un “colchón” de brasas. Cuando alcanza los 250 °C, se introducen las vasijas y se templan con el horno tapado durante una hora (que es el tiempo que tarda la estructura en comenzar a bajar su temperatura), sin agregar leña. Pasado este tiempo, se añade gradualmente leña para su reencendido y hasta alcanzar la temperatura máxima. Esta técnica resultó adecuada, aunque ocasionalmente fue causante de fisuras en las piezas.
  - Templado fuera del horno. Las vasijas son calentadas gradualmente, acercándolas a un fogón externo a la estructura. Tras aproximadamente tres horas de templado, son introducidas en el horno, el cual fue previamente calentado de la misma manera que en la variante anterior. Luego de permanecer con el horno tapado durante una hora, se añade gradualmente leña hasta alcanzar la temperatura máxima. Esta técnica resultó adecuada en la mayoría de los ensayos, ya que permite un templado prolongado de las vasijas, reduciendo significativamente las fallas por shock térmico. Sin embargo, también presenta dificultades al momento de

manipular las vasijas calientes desde el fogón externo hasta el interior del horno.

- Variables secundarias en relación con los realces:
  - Con realces. Para las pruebas con realces para las vasijas, se utilizó una placa cerámica construida ex profeso para tal fin y que replica las placas de arcilla halladas en el río Chañarmuyo. Esta placa se colocó en la base del horno, separada del piso por tres puntos de apoyo que emulaban al material lítico hallado dentro de la estructura arqueológica. El uso de realces permitió ubicar las vasijas a la altura en la que se registraron las temperaturas más altas a lo largo de los ensayos. También posibilitó la separación de las piezas respecto a las brasas acumuladas durante la cocción en la base del horno, favoreciendo la circulación de los gases calientes entre ellas.
  - Sin realces. Las vasijas se depositan en el fondo de la estructura, sin realces y en contacto directo con las brasas. En ausencia de realces, las vasijas quedaron en un sector del horno de menor temperatura y más expuestas a manchas de reducción.
  
- Variables secundarias en relación con el cubrimiento de las vasijas con material cerámico:
  - Con cubrimiento de las vasijas. Si bien no se hallaron evidencias del uso de algún tipo de material cerámico que pudiera haber sido utilizado como protección de las vasijas durante la cocción, el empleo de cerámicas rotas para evitar el contacto de las vasijas con la leña incandescente resultó un recurso efectivo para disminuir la presencia de manchas indeseables por reducción. Sin embargo, el empleo de esta técnica no es condición sine qua non para obtener resultados satisfactorios.
  - Sin cubrimiento de las vasijas. La ausencia de este procedimiento aumentó la presencia de manchas por reducción, aunque no impidió lograr vasijas afines al área de estudio, donde se han identificado de manera recurrente este tipo de “fallas”.

- Variables secundarias en relación con el uso de tapa en la boca del horno:
  - Con tapa. Se realizaron ensayos utilizando material cerámico para obstruir la boca del horno durante su funcionamiento en determinados momentos del ciclo de cocción. Su empleo permitió lograr una total incandescencia del interior del horno, favoreciendo la acción del calor radiante y maximizando la retención del calor. Su uso tuvo una incidencia más efectiva en la estructura H10 (3).
  - Sin tapa. Los ensayos realizados sin la utilización de tapa no alcanzaron una total incandescencia en el interior del horno, impidiendo una adecuada uniformización térmica dentro de la estructura. La ausencia de tapa redundó también en un descenso más abrupto de la temperatura del horno.
  
- Variables secundarias en relación con el control de la atmósfera de cocción: El uso coordinado de la tapa y de tapones para los conductos permitió regular el flujo de aire en cada una de las etapas del ciclo de cocción, y así establecer diferentes atmósferas tanto durante las temperaturas máximas como durante el enfriamiento (figura5):
  - Atmósfera oxidante. Se dio con menor grado de eficacia en la estructura H10 (2) y con mejores resultados en H10 (3). La libre circulación de gases procedentes de la combustión favoreció la efectiva oxidación de la leña y de las vasijas, las que adquirieron una tonalidad rojo anaranjado. El uso de reales favoreció esta circulación en ambos tipos de variantes. Este procedimiento se puede realizar en combinación con la tapa (obstrucción parcial), potenciando así la acción del calor radiante.
  - Atmósfera reductora. Se logró con igual eficacia en H10 (2) y H10 (3). Se introducen pasto y hojas secas por el conducto del sector norte con el objetivo de colmar el interior de la cámara con humo en el momento en el que la estructura se encuentra por sobre los 850 °C. Al comenzar un marcado descenso de la temperatura, se obtura el horno por completo, sellando la tapa y todos los ingresos del aire con arcilla húmeda para impedir que las vasijas vuelvan a oxidarse. Las vasijas tratadas de este modo adquirieron una tonalidad plomiza similar a las Aguada gris y Ciénaga gris halladas en el sitio.

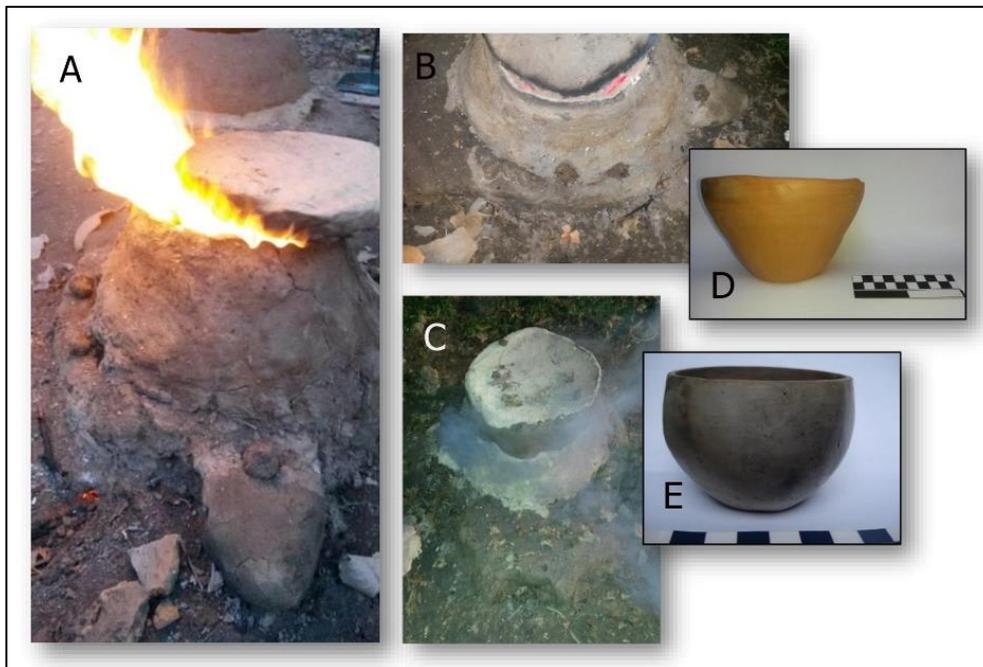


Figura 5. Uso coordinado de tapa y tapones para los conductos para establecer diferentes atmósferas. A) La tapa y los tapones obstruyen parcialmente el flujo de gases; B) Uso de tapa con atmósfera oxidante; C) Uso de tapa con atmósfera reductora; D) Vasija cocida con atmósfera oxidante; E) Vasija cocida con atmósfera reductora.

Respecto a las temperaturas alcanzadas, se buscó lograr la máxima temperatura posible en todos los ensayos, resultando valores acordes a los rangos señalados por Rye (1981), Shepard (1980) y Rice (1987) para cocciones arqueológicas y/o tradicionales. Los valores más bajos se dieron con el tipo de estructura H10 (1), con temperaturas que no superaron los 650 °C. La estructura H10 (2) alcanzó valores en torno a los 850 °C. Mientras que las más altas se lograron con el tipo de estructura H10 (3), que oscilaron entre los 900 y 1000 °C, con picos eventuales que llegaron hasta los 1075 °C.

En relación con la duración de cada ciclo de cocción, en todos los casos superó las 12 horas, aunque los mejores resultados se obtuvieron únicamente cuando las máximas temperaturas (superiores a 800 °C) pudieron sostenerse durante alrededor de una hora, tiempo necesario para que tengan lugar las reacciones químicas que ocasionan las modificaciones en la estructura y en las propiedades del material cerámico. Estos

resultados indican que la variable tiempo debe ponderarse en estrecha relación con la variable temperatura.

Durante los ciclos de cocción ensayados se pudieron registrar diferentes tipos de fallas (figura 6):

- **Infracocción.** Se registró en todas las cocciones realizadas con H10 (1). La deficiente circulación de aire por convección resultó en cocciones notablemente defectuosas (de baja dureza y sonoridad, y que se disgregan en contacto con el agua). Aunque en menor medida, también en las cocciones realizadas en H10 (2) se obtuvieron vasijas que, si bien sufrieron transformaciones derivadas de la cocción cerámica, no alcanzaron la dureza y sonoridad características de la cerámica Aguada hallada en el sitio.
- **Sobrecocción.** Tuvo lugar en un solo ciclo de cocción en H10 (3). Una vasija adquirió un aspecto rugoso y vidrioso en un área de su pared externa, posiblemente por haber sobrepasado el intervalo de cocción adecuado para este tipo de arcilla (Mari 1998).
- **Manchas por reducción.** Se consideran fallas a aquellas manchas que pudieran afectar de manera notoria algún tipo de tratamiento de superficie en la vasija, como diseños pintados. Estuvieron presentes en mayor proporción en H10 (1) y H10 (2), posiblemente como consecuencia de una oxidación deficiente del combustible.
- **Fisuras y/o rajaduras.** Presentes en H10 (2) y H10 (3), su presencia se debe a cambios bruscos de temperatura durante el ciclo de cocción.
- **Estallidos.** Consecuencia de una salida abrupta de gases entrampados en la matriz de la pieza, suele ser un acontecimiento que destruye gran parte de la vasija ocasionando su reacomodamiento y dispersión dentro del horno y alterando los resultados del experimento. Las cocciones con estallidos fueron interrumpidas. Esta falla tuvo lugar fundamentalmente en H10 (1) y en H10 (2) en combinación con las variables secundarias que promovieron los estallidos, esto es, la ausencia de templado y de realce.

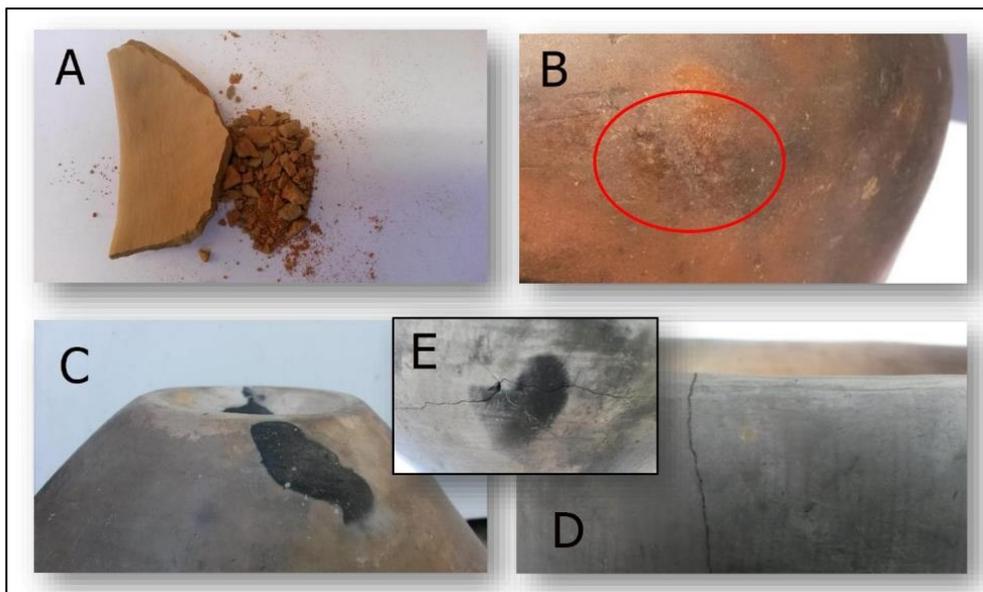


Figura 6. Fallas de cocción. A) Infracocción; B) Sobrecocción; C) Manchas de reducción; D) Rajadura; E) Manchas de reducción con fisura.

La interacción entre las variantes primarias y variables secundarias detalladas, y los resultados correspondientes, se muestran en la tabla 1. Tales resultados aportan elementos de importancia para inferir que es posible que las estructuras de combustión halladas en el G9 de La Cuestecilla hayan sido utilizadas como hornos cerámicos.

A lo largo de los ensayos, la combinación entre las variables secundarias en relación con las variantes primarias no fue exhaustiva, sino el resultado de una progresión de decisiones derivadas de los resultados obtenidos en cada experiencia. Cada paso tuvo incidencia en las decisiones posteriores, y resultó ser el piso de partida para nuevas combinaciones. En tal sentido, cada experimento siempre es un ensayo y, como tal, forma parte de una actividad cíclica, de permanente confrontación entre los resultados y las predicciones, y donde de cada conclusión se desprenden nuevas hipótesis que dan lugar a un nuevo ciclo en la investigación (Nami 2011).

Respecto a las variantes primarias, se pudo establecer que la estructura H10 (3) tuvo las mejores prestaciones para la cocción cerámica, gracias a su mayor capacidad de carga (de leña y vasijas) y al efecto producido por la presencia del domo que, como se ha señalado, en todos los casos potenció la acción del sistema de tiraje, logrando mayores temperaturas por más tiempo. Esta estructura fue, además, la que permitió temperaturas

más altas durante más tiempo y con una mejor distribución del calor en el interior del horno.

De las variables secundarias mencionadas, las que funcionaron con mejores resultados en la estructura H10 (3) fueron las siguientes: templado fuera o dentro del horno; uso de realces; vasijas con y sin cubrimiento, y uso de la tapa para acumular calor y promover la incandescencia del horno y de las vasijas. Asimismo, bajo estas condiciones se pudieron realizar cocciones en atmósfera tanto oxidante como reductora (Wachsman *et al.* 2020).

		VARIABLES SECUNDARIAS										RESULTADOS		
		TEMPLADO			REALCES		CUBRIM. DE LAS VASIJAS		TAPA		ATMÓSFERA D/COCCIÓN			
		Sin templado	Dentro d/horno	Fuera d/horno	Sin realces	Con realces	S/cubrim.	C/cubrim.	Sin tapa	Con tapa	Oxidante			Reductora
Exp. 1	H10 (1)	x	-	-	x	-	x	-	x	-	x	-	620	e-i-m
Exp. 2		x	-	-	x	-	x	-	x	-	x	-	610	e-i-m
Exp. 3		-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	640	i-m
Exp. 4		-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	650	i-m
Exp. 5	H10 (2)	x	-	-	x	-	x	-	x	-	x	-	840	i-f-m
Exp. 6		x	-	-	x	-	x	-	x	-	x	-	700	e
Exp. 7		x	-	-	x	-	x	-	x	-	x	-	759	e
Exp. 8		-	x	-	x	-	x	-	x	-	x	-	830	i-m
Exp. 9		-	x	-	x	-	x	-	-	x	x	-	871	c-m
Exp. 10		-	x	-	-	x	x	-	-	x	-	x	845	sin fallas
Exp. 11		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	844	c-m
Exp. 12		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	831	c-f-m
Exp. 13		-	x	-	-	x	x	-	-	x	-	x	780	i-m
Exp. 14		-	x	-	-	x	x	-	-	x	X	-	850	sin fallas
Exp. 15		-	x	-	-	x	x	-	-	x	X	-	878	c-m
Exp. 16		-	x	-	-	x	x	-	-	x	X	-	867	c-f-m
Exp. 17	H10 (3)	-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	878*	e
Exp. 18		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	924*	c-m
Exp. 19		-	x	-	-	x	x	-	-	x	-	x	933*	c-m-f
Exp. 20		-	x	-	-	x	x	-	-	x	-	x	960*	sin fallas
Exp. 21		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	969*	c-m
Exp. 22		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	978*	c-f-m
Exp. 23		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	954*	sin fallas
Exp. 24		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	977*	sin fallas
Exp. 25		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	950*	c-m
Exp. 26		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	1075*	s-m
Exp. 27		-	-	x	-	x	x	-	-	x	-	x	930*	sin fallas
Exp. 28		-	-	x	-	x	-	x	-	x	x	-	980*	sin fallas
Exp. 29		-	-	x	-	x	-	x	-	x	x	-	993*	sin fallas
Exp. 30		-	-	x	-	x	-	x	-	x	x	-	975*	sin fallas
Exp. 31		-	-	x	-	x	x	-	-	x	x	-	1039*	c-f
Exp. 32		-	x	-	-	x	x	-	-	x	x	-	1050*	sin fallas

\*Temperatura en H10 (3): Se consigna el valor registrado en la cámara subterránea, junto a las vasijas.

Tabla 1. Referencias: c) cocida; i) infracocida; s) sobrecocida; m) manchas de reducción; f) fisuras/rajaduras; e) estallido.

## SEGUNDA ETAPA EXPERIMENTAL: ENSAYOS EN LA LOCALIDAD DE CHAÑARMUYO

La segunda etapa experimental se realizó en 2019 en el poblado Chañarmuyo, ubicado a unos 5 km de La Cuestecilla. Con esta localización se buscó evitar nuevas alteraciones en el sitio, ya de por sí impactado por agentes naturales y antrópicos. Por otra parte, esta ubicación permitió la participación activa de pobladores locales durante la construcción del horno y los ciclos de cocción cerámica. Los pobladores aportaron su conocimiento al momento de identificar distintos tipos de leña y su poder calórico, posibles fuentes de materia prima para el trabajo alfarero, y predominancia del sentido de los vientos. Un intercambio de saberes que apunta a lograr una puesta en valor de las mencionadas estructuras de combustión a partir de su participación como sujetos activos en la producción y apropiación del conocimiento, para así preservar el patrimonio arqueológico en general y los hornos en particular.

Por razones de espacio, se expone aquí un experimento que resulta representativo de la experiencia acumulada desde el inicio de este plan de trabajo, y cuyas operaciones hacen posible un eficaz funcionamiento de una estructura con las características del H10 (3). En esta breve síntesis, se describen las principales etapas durante un ciclo de cocción y los fundamentos que llevaron a tomar diferentes decisiones para obtener los resultados esperados.

### *Condiciones del experimento*

Para la construcción de la réplica se utilizó arcilla procedente del río Chañarmuyo, mezclada con arena y gravilla del río hasta formar una pasta similar a la registrada en la estructura arqueológica. Luego, se cumplieron los siguientes pasos. En primer lugar, se procedió a excavar un pozo excediendo las dimensiones de la cámara, y se revistió el interior con arcilla hasta alcanzar las dimensiones registradas (figura 7A). En este paso se dejaron dispuestos, en el sector oeste, los conductos o galerías horizontales separados por un tabique. En un segundo momento, se agregó más arcilla en torno al borde superior del pozo, rellenando con material adicional aquellos sectores donde a continuación se realizaron las perforaciones verticales de los sectores este y sur (figura 7B-C). Luego, se

procedió a anclar con arcilla una roca alargada similar a la roca canteada hallada en el interior de la estructura arqueológica, quedando suspendida a unos 11 cm del fondo del pozo (figura 7D). Para la construcción de la bovedilla que cubre el sector oeste, se utilizó una placa de arcilla seca del río Chañarmuyo de unos 6 cm de espesor, cuya curvatura y dimensiones resultaron llamativamente similares a las que presentaba la bovedilla del hallazgo (figura 7E). Luego, con un discreto agregado de arcilla se realizaron las figuras modeladas asociadas a los sectores este, norte y oeste. Por último, se construyó el domo, recreado a partir de los datos existentes respecto a su diámetro y la proyección de la inclinación de sus paredes (figura 7F). Su altura final, de aproximadamente 25 cm, fue establecida de manera subjetiva, sopesando su eficacia para operar como chimenea y/o extensión de la cámara, junto con el aumento de capacidad de carga de vasijas y leña, la cual se estima en aproximadamente 60 litros tomando el volumen que resulta del espacio contemplado entre la placa de arcilla y el borde superior del domo.

La boca de acceso, por su parte, quedó de 30 x 40 cm, compartiendo la orientación longitudinal del horno. En cuanto a la construcción del domo, pudo realizarse sin mayores inconvenientes, superponiendo rollos de arcilla, a modo de cántaro, hasta alcanzar la altura proyectada. Al agregarse el domo a la superestructura, los conductos verticales del sector sur se proyectaron unos centímetros, atravesando parte del domo.

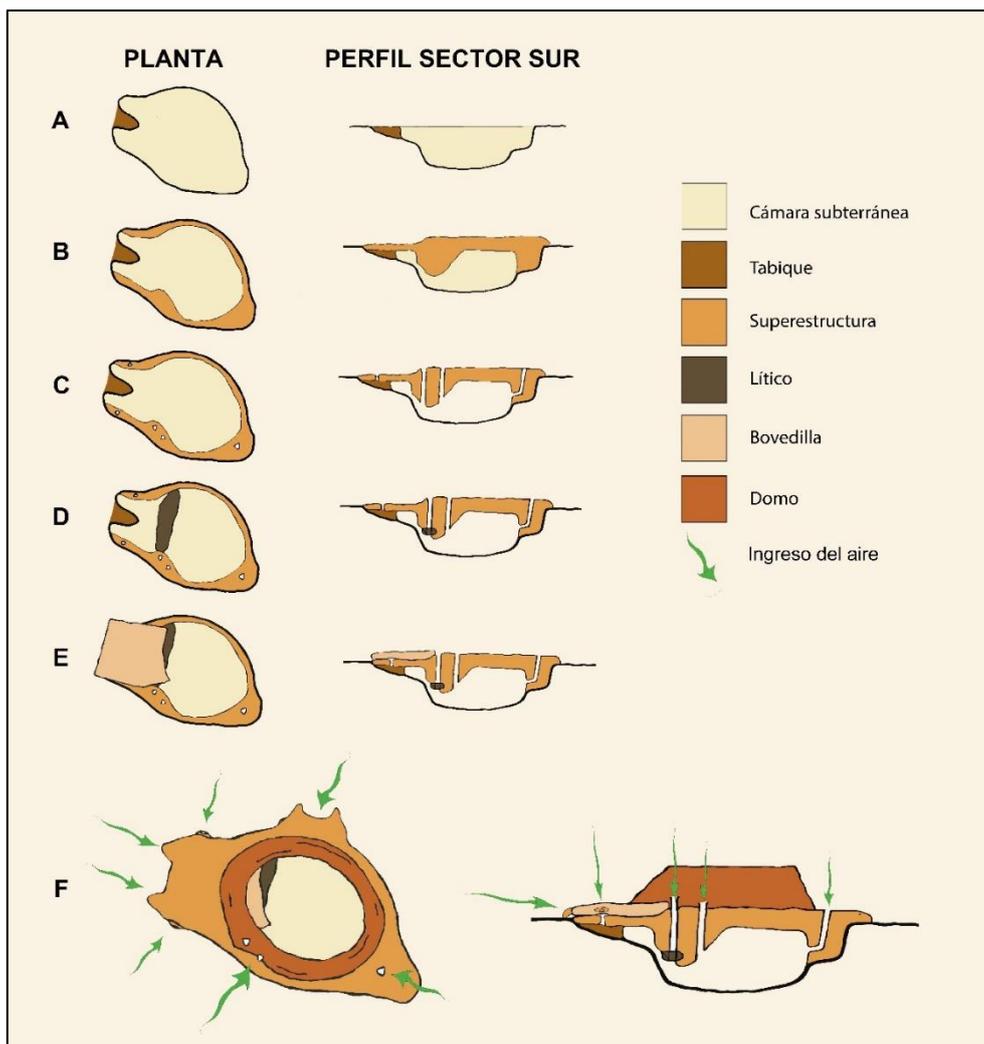


Figura 7. Secuencia de construcción de la réplica del H10. A) Excavación de la cámara subterránea; B) Agregado de arcilla a modo de superestructura; C) Perforaciones verticales en sectores este y sur; D) Sujeción de material lítico; E) Ubicación de placa cerámica a modo de “bovedilla”; F) Se agregan el domo y los modelados.

Una vez terminado y secado el horno, fue encendido a leña durante cinco horas, sin vasijas, hasta alcanzar una temperatura aproximada de 900 °C, a fin de que se convierta en una estructura de material refractario.

Como combustible se utilizó leña seca procedente de la llanura aluvial del río Chañarumuyo, la cual queda acumulada y reseca durante gran parte del año tras las crecidas estivales. La utilización de este tipo de leña es muy frecuente entre los pobladores locales, quienes nos ayudaron a identificar las diferentes especies recolectadas para el experimento: algarrobo (*Prosopis sp*), retama (*Bulnesia retama*), chañar (*Geoffrea*

*decorticans*), entetaco (*Prosopis torquata*) y visco (*Acacia visco*). Al respecto, la posibilidad de contar con algarrobo resultó de gran importancia, debido a su gran capacidad calorífica, su extendida presencia en la zona en momentos prehispánicos y su uso como combustible en hornos cerámicos en distintas partes del mundo andino (Shimada 1994; Feely *et al.* 2010).

Para probar la eficacia del horno, se elaboraron vasijas utilizando formas y técnicas de manufactura propias del área de estudio, con arcilla procedente del río Chañarmuyo, a la que se le agregó un 20 % de arena aluvial extraída del mismo río con el fin de mejorar su plasticidad y contracción.

Las mediciones de temperatura se realizaron con el termómetro utilizado durante los ensayos de la primera etapa, y se efectuaron tanto en el interior de la cámara, junto a las vasijas, como en la sección media del domo.

#### H10 en llamas

Para esta experiencia se realizaron tres vasijas de 6 mm de espesor: dos pucos de aproximadamente 15 x 8 cm y 10 x 17 cm, y un vaso de 14,5 x 12 cm, todos ellos alisados con un guijarro. El primer paso fue el templado de las vasijas. La finalidad de esta operación es la eliminación final del agua de mezcla y del agua química presente en la estructura molecular de la arcilla, la cual debe ser expulsada en forma de vapor (Rye 1981; Rice 1987; Shepard 1980). En esta instancia se buscó un aumento gradual de la temperatura para evitar el estallido de las piezas. Se trata de una tarea que requiere experticia y paciencia, y que, como señala García López, acaso sea una práctica común a todo el arte cerámico universal:

Sea cualquiera la naturaleza del combustible empleado, la forma del horno y los objetos que deban cocerse, el fuego debe conducirse de modo que empiece por un caldeo lento, llamado pequeño fuego, y termine por un golpe de calor que se llama gran fuego. El pequeño fuego es siempre necesario, porque, no perdiendo la arcilla su agua sino a temperaturas superiores a la ebullición, es necesario que dicha agua se desprenda lentamente, a fin de evitar que los objetos se agrieten (1945:297).

Por tratarse de un horno de una sola cámara, se procedió a encenderlo sin las vasijas en su interior. Esta decisión se fundamenta en el resultado de los experimentos previos, que demostraron que iniciar la combustión con las vasijas en el interior del horno aumentaba considerablemente las posibilidades de un shock térmico. A tal efecto, se encendió en simultáneo un fuego en las inmediaciones del horno, con el fin de lograr un templado gradual del material cerámico a través del control de la distancia y la rotación de las vasijas. De la misma manera, junto a estas últimas se templaron tres placas de arcilla procedentes del río Chañarmuyo, dos de ellas para usarlas luego como tapa del horno y una para el realce de las vasijas durante la cocción. Esta operación se extendió durante dos horas, a fin de asegurar un calentamiento gradual del horno y las vasijas, y se utilizó leña de algarrobo. La temperatura del horno durante esta primera etapa osciló en torno a los 500 °C, aunque este valor no debe contemplarse como parte del ciclo de cocción, debido a que aún no fue cargado con las vasijas.

Una vez descendida la temperatura del horno a unos 200 °C, y formado un “colchón de brasas” de unos 7 cm de espesor, se pudo realizar su carga con el material cerámico sin riesgo de quemaduras. Para ello, se procedió a ubicar sobre las brasas dos piedras de dimensiones acordes a las halladas en el interior del horno excavado. Luego, ubicadas sobre estos dos puntos de apoyo móviles y uno fijo —la “ménsula” mencionada en la caracterización del horno—, se ubicó una de las placas de arcilla previamente templada. A continuación, sobre esta placa se cargó el horno con las tres vasijas ubicadas boca abajo. La presencia de la placa procuró una superficie plana capaz de apartar las vasijas del piso del horno. Una vez ubicadas las vasijas, se cubrieron con fragmentos cerámicos procedentes de piezas cocidas rotas ex profeso. A partir de este momento, se da comienzo al registro de las temperaturas que constituirán la curva de cocción (gráfico 1).

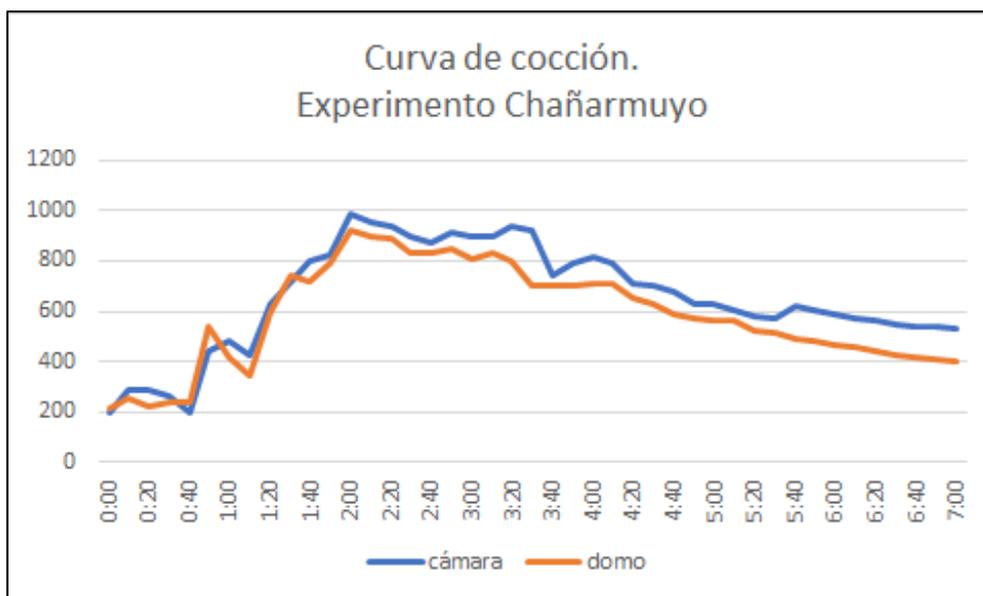
El siguiente paso fue tapar la boca del horno con las otras dos placas de arcilla previamente templadas. También se obturaron parcialmente todas las entradas de aire, utilizando tapones de arcilla para los conductos verticales y fragmentos cerámicos para los horizontales. Este control del tiraje, basado en experimentos previos, posibilitó la acumulación de calor por más tiempo al disminuir la circulación de aire, ocasionando un leve aumento de la temperatura en torno a los 250 °C. Las piezas se mantuvieron así durante 40 minutos, con el fin de recuperar el calor perdido durante su manipulación.

Pasado este tiempo, se procedió a quitar la tapa del horno y activar nuevamente el tiraje retirando los tapones de los conductos para cargar la cámara con 1 kg de ramas finas de algarrobo. Las mismas se ubicaron en contacto con las brasas para lograr su encendido. Iniciadas las llamas, la temperatura del horno ascendió gradualmente, aunque de manera errática, con temperaturas variables entre los 350 y los 550 °C durante 20 minutos, hasta lograr la completa activación del tiraje.

Durante los siguientes 60 minutos, la combustión fue alimentada de manera gradual y permanente utilizando ramas de mayor grosor, hasta colmar la capacidad del domo. Las llamas amarillas, limpias de humo, se elevaron a una altura de 60 cm por encima del domo, y también cobró protagonismo el modelado del sector norte, el cual, debido a la turbulencia del tiraje, llegó a expulsar ocasionalmente llamas por su conducto. Esta intensidad de la combustión habría de completar el paso al gran fuego, alcanzando una temperatura en torno a los 920 °C para el domo y 983 °C para la cámara. Esta etapa demandó  $\pm$  6 kg de leña.

A partir de entonces, la estructura alcanzó un punto de equilibrio o meseta en torno a las temperaturas señaladas, y consumía rápidamente cualquier leño que se introdujera. Este punto de equilibrio se mantendría durante 70 minutos. La etapa demandó  $\pm$  14 kg de leña, necesarios para llegar a cubrir de brasas la totalidad del material cerámico, aumentando su contacto directo con el combustible y, por consiguiente, la transferencia del calor por conducción.

El siguiente paso fue ubicar nuevamente la tapa sobre el domo y obturar parcialmente las entradas del tiraje. Hasta entonces, el domo había funcionado como una eficaz chimenea, incrementando la acción del tiraje. Con todo, puesto que los gases de la combustión deben pasar a través de él, una gran parte del calor acumulado en la estructura se pierde de manera inevitable. El empleo como tapa de las placas en esta etapa de la cocción redujo considerablemente esa pérdida, intensificando la acción del calor radiante que, como se ha señalado, resulta de suma importancia como factor de uniformización térmica. Semitapado, las paredes del horno, junto con las vasijas, adquirieron una notable incandescencia de tono rojo anaranjado. El horno continuó trabajando bajo estas condiciones durante 40 minutos, sosteniendo una temperatura en torno a los 850 °C. El procedimiento detallado implicó una obturación solo parcial del tiraje, siendo que la circulación de gases por convección fue necesaria para una acción efectiva del calor por conducción y del calor radiante.



Pasado el tiempo señalado, comenzó un lento pero marcado descenso de la temperatura. Esta inevitable declinación, causada tanto por la interrupción de la carga de leña como por la parcial obturación del sistema de tiraje, fue la señal para terminar de cerrar toda la estructura e impedir, así, una acelerada fuga de calor que pudiera generar tensiones en las piezas. Con la ayuda de arcilla húmeda, se procedió a obstruir parcialmente los resquicios entre la tapa y el domo, y todas las entradas de aire — verticales y horizontales—, de modo que el poco oxígeno que pudiera ingresar alcanzara para lograr una adecuada oxidación tanto de las piezas cerámicas como del combustible. El horno permaneció en estas condiciones durante 14 horas más, tras las cuales se pudo proceder a una descarga segura.

Algunos aspectos de esta secuencia de cocción pueden observarse en la figura 8.



Figura 8. Secuencia de cocción con H10 (3). A) Templado fuera del horno; B) Reencendido del horno; C) Paso al gran fuego; D) Las brasas cubren la totalidad del material cerámico; E) Ubicación de la tapa sobre el domo; F) Vasijas incandescentes; G) Apertura del horno.

### Resultados del experimento

La cocción de las vasijas fue altamente satisfactoria. Si bien se trata de una apreciación subjetiva, el sonido metálico, la resistencia mecánica y el color de las vasijas —de una tonalidad ante— resultaron similares a las características de la cerámica arqueológica estilo Aguada registrada en el sitio. También lo fue la dureza, superior a 3 e inferior a 4 en la escala de Mohs (se puede rayar con un clavo de hierro, pero no así con una moneda de bronce). Por otra parte, la separación de las piezas respecto al piso del horno y los fragmentos ubicados encima de las vasijas evitaron que estas adquirieran manchas negras por reducción.

En cuanto a las placas procedentes del río Chañarmuyo, aquellas utilizadas como tapa se vieron notablemente termoalteradas, aunque su dureza, sonido y porosidad indican una deficiente transformación en cerámica. Por el contrario, la ubicada en el interior del horno alcanzó una completa transformación, aunque sufrió una fractura transversal. El experimento consumió un total de 21 kg de leña y dejó escasos restos de carbón acumulados en el fondo del horno, aunque sí una espesa capa de cenizas. Este hecho, que difiere del dato arqueológico, cobra sentido, ya que el H10 es propuesto como una estructura que puede prestarse tanto para cocciones oxidantes como reductoras, dejando diferentes residuos en cada caso (Wachsman *et al.* 2020). Si bien los tipos de leña antes

mencionados se utilizaron de manera mezclada, también aquí se pudo comprobar la mayor eficacia del algarrobo para lograr mayores temperaturas por más tiempo.

## DISCUSIÓN

A pesar de la diversidad de diseños y morfologías, tanto el H10 como los otros cinco hornos intervenidos en el G9 de La Cuestecilla han mostrado ser estructuras de cámara única con tiraje ascendente que requieren la ubicación de las vasijas junto al combustible (Wachsman *et al.* 2020). Esta particularidad los hace compartir características propias de los hornos pozo (Picon 1973; Shepard 1980; Rye 1981; Rice 1987), pero también con estructuras más complejas, como los hornos de doble cámara con tiraje ascendente (ibíd.). Esta combinación de rasgos ha sido propuesta como una etapa intermedia o de transición hacia estructuras de cocción más eficientes (Rye 1981; Rice 1987), que permitirían un mejor control de la atmósfera de cocción al contar con una clara separación entre el combustible y la cámara de cocción.

Lo dicho, lejos de proponer algún tipo de “progresión” o “evolución” entre tipos de hornos (afirmación para la cual no se cuentan con datos ni estudios suficientes en la región), no hace sino redimensionar el quehacer alfarero de los artesanos Aguada, quienes pudieron llevar adelante cocciones notablemente controladas con hornos que requerían un manejo sutil y permanente durante su uso. Una actividad propia de ceramistas, o acaso fogoneros, especializados. La alta calidad de su cerámica así lo sugiere.

La utilización y el dominio de una estructura de combustión afín a las características registradas en el H10 fue resultado de un largo proceso de prueba y error, de un permanente aprendizaje que no ha concluido, y acaso continúe por mucho tiempo. Si, como señala Nami, la experiencia es un componente significativo de la actividad experimental cuando se trata de investigaciones vinculadas a la “compleja naturaleza del conocimiento tecnológico tradicional” (2011:80), la adquisición de experticia en el manejo de una tecnología de cocción para la cual no se registran referentes etnográficos en el área de estudio supone, necesariamente, un plan de trabajo que contemple la mayor cantidad posible de ensayos. En tal sentido, los ensayos de la primera etapa experimental con diferentes variantes del H10 han constituido una instancia ineludible para lograr

buenos resultados en el campo, bajo condiciones marcadamente favorables para un experimento que supone ser, acaso, más riguroso.

Ni las arcillas locales —utilizadas para construir el horno y las vasijas—, ni el agua, ni el uso de leña autóctona, ni la orientación de los vientos, ni las condiciones atmosféricas, ni el tipo de suelo constituyeron variables que hayan aportado por sí mismas ventajas significativas al momento de controlar un ciclo de cocción cerámica con una réplica del H10. Sabemos, además, que es poco probable que dichas condiciones guarden correspondencia con aquel paisaje habitado por los antiguos ceramistas de La Cuestecilla, si consideramos que toda el área de estudio ha sido impactada por un notable proceso de aridización, que ha tornado a los antiguos bosques en desiertos, los ríos en arena, y el suelo en barreal.

Los experimentos han mostrado que una réplica como el H10 (3), realizada a partir del registro arqueológico, es capaz de efectuar una cocción cerámica a partir de una eficaz transferencia del calor, tanto por conducción como por convección y radiación. Los experimentos sugieren también que, salvo en situaciones extremas, probablemente un horno cerámico a leña pueda realizar su trabajo de cocción independientemente de su ubicación. Se considera aquí, pues, que la experiencia prima por sobre la localización.

## CONCLUSIÓN

Los experimentos realizados con la réplica del H10 en sus diferentes variantes han constituido un acercamiento a la tecnología para la cocción cerámica utilizada por los antiguos alfareros del sitio La Cuestecilla, pues permitieron obtener información sustantiva acerca de las posibles prácticas involucradas tanto en la construcción como en el uso de una estructura que supone características afines a la excavada.

A través de un plan de trabajo de larga duración se pudieron interpretar diferentes rasgos parcialmente presentes en el registro arqueológico. Uno de los más relevantes fue el domo, cuya incorporación potenció la capacidad de succión del sistema de tiraje, pudiéndose alcanzar, durante más tiempo, temperaturas superiores a las registradas en experiencias previas. Su recreación a partir de la proyección de la base de sus paredes, en un comienzo como un mero ejercicio de la imaginación “tan necesario en la propia

investigación experimental”, fue completado con una “contrastación empírica” (Baena Preysler 1997:5).

También se pudieron proponer diferentes funciones —no excluyentes— para la placa de arcilla cocida hallada en las inmediaciones del H10. Placas de características similares, procedentes del río Chañarmuyo, resultaron útiles para resolver aspectos constructivos y de funcionamiento de la estructura.

Se han presentado diferentes propuestas de funcionamiento para el H10. De todas ellas, algunas opciones se han desestimado en favor de otras que proporcionaron mejores resultados. Finalmente, de estas últimas, solo algunas habrán de continuar probándose en el campo. Este largo proceso de selección no pretende reactivar hechos del pasado, “sino ser una aproximación al conocimiento de un hecho temporalmente irrepetible” (Aschero 1982:8). Se trata, pues, de avanzar en la adquisición de un conocimiento acerca de los límites físicos de los materiales y las estrategias para superarlos; aspectos a los que la sola razón no accede por sí misma, si no es a partir de la analogía experimental (Aschero 1982).

El hecho de que la recreación del H10 haya demostrado una notable capacidad de funcionamiento no hace más que alentar nuevos ensayos con réplicas de otras estructuras excavadas y así plantear nuevas hipótesis, no solo sobre el funcionamiento de este tipo de hornos, sino también para tener un mejor acercamiento a otras etapas de la cadena operativa para la producción cerámica por parte de los antiguos ceramistas de La Cuestecilla.

Este trabajo ha ido al encuentro de una tecnología de cocción cerámica, gestos técnicos y destrezas perimidas en el manejo del fuego y la transformación de los materiales. Elecciones sutiles del pasado se nos han revelado, aunque deformadas bajo los filtros teóricos, tecnológicos y cognitivos de nuestro presente. Encenderlos bajo estas nuevas circunstancias es su condición de posibilidad, y a esta tarea se han abocado estas páginas.

## AGRADECIMIENTOS

A Adriana Callegari, Daiana Soto y Silvia de Acha por su apoyo y acompañamiento en el proceso de esta investigación, y por sus lecturas y comentarios, que contribuyeron a mejorar este manuscrito. A toda la comunidad de Chañarmuyo, cuyo interés y participación enriquecieron el desarrollo de las actividades en el campo.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, V. J., M. A. López, A. B. Callegari, E. Freire, E. B. Halac, G. Polla y M. Reinoso

2015. Estudio tecnológico de diseños “estilo Aguada” realizados sobre fragmentos de cerámicos. En A. Pifferetti e I. Dosztal (comp.), *Arqueometría argentina. Metodologías científicas aplicadas al estudio de los bienes culturales. Datación, caracterización, prospección y conservación*: 109-125. Buenos Aires, Aspha.

Aschero, C.

1982. Experimentador y experimentación en arqueología. *Enfoque Antropológico* 1: 8.

Baena Preysler, J.

1997. Arqueología experimental, algo más que un juego. *Boletín de Arqueología Experimental* 1: 2-5.

Baldini, M. I. y M. C. Sempé

2015. Evidencias de diferenciación social en contextos mortuorios del cementerio Aguada Orilla Norte (valle de Hualfín, Catamarca). *Arqueología* 21(Dossier): 139-167.

Balesta, B.

2015. Interpretaciones semióticas sobre imágenes de camélidos en el noroeste argentino. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 20(1): 9-28.

Callegari, A.

1997. Interacción entre el valle de Copiapó y el centro-norte del valle de Vinchina (La Rioja). *Estudios Atacameños* 14: 131-142.

2006. La complejidad social, el paisaje construido y los ritos de convalidación del poder en La Cuestecilla, La Rioja (Depto. de Famatina). En *Actas de la IV Mesa Redonda La Cultura de La Aguada y su Dispersión*: 137-150. San Pedro de Atacama, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo, Universidad Católica del Norte.

Callegari, A., M. E. Gonaldi, M. L. Wisnieski y M. G. Rodríguez

2010. Paisajes ritualizados. Traza arquitectónica del sitio Aguada La Cuestecilla y su área de influencia (Dto. Famatina, La Rioja). En J.R. Bárcena y H. Chiavazza (eds), *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo II*: 443-448. Mendoza, Instituto de Ciencias Humanas, Sociales y Ambientales, CONICET-Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Cuyo.

Callegari, A., G. Spengler, M. E. Gonaldi y E. Aciar

2013. Construcción del paisaje en el Valle de Antinaco, departamento de Famatina, provincia de La Rioja (ca. 0-1300 AD). Tradición e identidad. En A. Nielsen, I. Gordillo y J. M. Vaquer (eds.), *Tradición e identidad. Arqueología y espacialidad. Enfoques, métodos y aplicación*: 303-344. Quito, Abya Yala.

Callegari, A., G. Spengler y M. G. Rodríguez

2015. La complejidad social en Aguada. El caso del valle de Antinaco, departamento de Famatina, norte de la provincia de La Rioja (Argentina). *Arqueología* 21(Dossier): 111-137.

Cigliano, E. M.

1960. *Investigaciones arqueológicas en el valle de Santa María*. Rosario, Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Filosofía y Letras, Instituto de Antropología.

Cremonte, M. B., M. Baldini e I. L. Botto

2003. Pastas y colores. Un camino al conocimiento del estilo Portezuelo de Aguada. *Intersecciones en Antropología* 4: 3-16.

De la Fuente, G. A. y J. M. Martínez

2008. Estudiando pinturas en cerámicas arqueológicas “Aguada Portezuelo” (ca. 600-900 AD) del Noroeste Argentino: nuevos aportes a través de una aproximación arqueométrica por microespectroscopía de Raman (MSR). *Intersecciones en Antropología* 9: 173-186.

Feely, A.

2013. Los modos de hacer vasijas: elecciones técnicas y estilos tecnológicos del oeste tinogasteño (Catamarca). En N. Ratto (comp.), *Delineando prácticas de la gente del pasado: los procesos socio-históricos del oeste catamarqueño*: 69-130. Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Feely, A., M. Pirola, L. Vilas e I. Lantos

2010. Estructuras para la cocción de artefactos cerámicos en La Troya (Tinogasta, Catamarca). Resultados preliminares. En J. R. Bárcena y H. Chiavazza (eds.), *Arqueología Argentina en el Bicentenario de la Revolución de Mayo*, 5: 2051-2056. Mendoza, Conicet.

Fernández Chiti, J.

2005. *Hornos cerámicos*. Buenos Aires, Condorhuasi.

García López, M.

1945. *Manual completo de cerámica*. Buenos Aires, Albatros.

Gonaldi, M. E., A. Callegari, G. Spengler, S. Aumont, M. G. Rodríguez y M. L. Wisnieski  
2008. *El patrimonio arqueológico del norte del Dto. de Famatina y otros temas generales de la Arqueología*. Buenos Aires, Asociación Amigos del Instituto Nacional de Antropología.

González, A. R.

1955. Contextos culturales y cronología relativa en el área central del N.O. argentino. *Anales de Arqueología y Etnología* 9: 699-725.

1956. La cultura Condorhuasi del noroeste argentino. (Apuntes preliminares para su estudio). RUNA. *Archivo para las Ciencias del Hombre* 7(1): 37-85.

1977. *Arte precolombino de la Argentina*. Buenos Aires, Filmediciones Valero.

1998. *Arte precolombino. Cultura de la Aguada, arqueología y diseño*. Buenos Aires, Filmediciones Valero.

2004. La arqueología del noroeste argentino y las culturas formativas de la cuenca del Titicaca. *Relaciones de la Sociedad Argentina de Antropología* 29: 7-38.

González, A. R. y M. I. Baldini

1991. Función y significado de un ceramio de la cultura La Aguada: ensayo de interpretación. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 5: 23-52.

Kusch, M. F. e I. Gordillo

1997. Interacción y paisaje social en La Aguada. Los espacios del jaguar. *Estudios Atacameños* 14: 85-93.

Mari, E. A.

1998. *Los materiales cerámicos. Un enfoque unificador sobre las cerámicas tradicionales y avanzadas, los vidrios, los cementos, los refractarios y otros materiales inorgánicos no metálicos*. Buenos Aires, Alsina.

Morales Güeto, J.

2005. *Tecnología de los materiales cerámicos*. Madrid, Díaz de Santos.

Morgado, A. y J. Baena Preysler

2011. Experimentación, Arqueología experimental y experiencia del pasado en la Arqueología actual. En A. Morgado, J. Baena Preysler y D. García González (eds.), *La investigación experimental aplicada a la Arqueología*: 21-27. Granada, Universidad de Granada.

Nami, H. G.

1982. La arqueología experimental: nota introductoria. *Enfoque Antropológico* 1: 1-7.

2011. Fundamentos teóricos y epistemológicos sobre arqueología y tecnología lítica experimental. *Arqueología Rosarina Hoy* 3: 75-98.

Nastri, J.

2008. La figura de las largas cejas de la iconografía santamariana. Chamanismo, sacrificio y cosmovisión calchaquí. *Boletín del Museo Chileno de Arte Precolombino* 13(1): 9-34.

Núñez Regueiro, V. A. y M. R. A. Tartusi

2002. Aguada y el proceso de integración regional. *Estudios Atacameños* 24: 9-19.

Pérez, S.

2012. *Tecnología lítica de la Puna Meridional argentina. Estrategias tecnológicas conservadas en la producción de artefactos agrícolas en contextos agropastoriles tempranos*. Buenos Aires, Dunken.

Picon, M.

1973. *Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de lezoux*. Dijon, Université de Dijon, Faculté des Sciences Humaines, Centre de Recherches sur les Techniques Gréco-romaines.

Ratto, N., A. Feely y R. Plá

2013. Vasijas y barros: una aproximación a la producción, distribución y consumo en el oeste tinogasteño, siglos I a XIII. En N. Ratto (comp.), *Delineando prácticas de la gente*

*del pasado: los procesos socio-históricos del oeste catamarqueño: 135-161.* Buenos Aires, Sociedad Argentina de Antropología.

Rhodes, D.

2004. *Hornos para ceramistas.* Barcelona, CEAC.

Rice, P. M.

1987. *Pottery Analysis. A Sourcebook.* Chicago, University of Chicago Press.

Rye, O. S.

1981. *Pottery Technology. Principles and Reconstruction.* Washington, Taraxacum.

Serrano, A.

1958. *Manual de cerámica indígena.* Córdoba, Assandri.

Shepard, A. O.

1980. *Ceramics for the Archaeologist.* Washington, Carnegie Institute.

Shimada, I., C. Elera, V. Chang Joo, H. Neff, M. Glascock, U. Wagner y R. Gebhard  
1994. Hornos y producción cerámica durante el Periodo Formativo en Batán Grande, costa Norte del Perú. En I. Shimada (ed.), *La tecnología y la organización de las cerámicas en los Andes prehispánicos: 67-119.* Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Wachsman, N. J., A. B. Callegari, S. E. de Acha y D. M. Soto

2020. Está que arde. Hornos de cocción cerámica del sitio La Cuestecilla, La Rioja. Análisis de las tecnologías de cocción. *Arqueología* 26 (1): 57-85.